بسم الله الرحمن الرحيم

جـــامعة صنعـــاء

كليـــة الهندســـة

قســم المـــــدني

المستوى النهائي

معمل طرقات

إعداد الطلاب :

١. احمد عبده سعيد ثابت ٢٠٠٧/٧٢٤

تحت إشراف:

م/ ابراهيم الشرفي

تجربة الغرز (Penetration Of Asphalt)

- **تعرف درجة الغرز :**

هي المسافة التي تتحركها إبرة قطرها (1mm)مخترقه بشكل عمودي في مادة البيتومين تحت تأثير ثقل مقداره (100 gm) لمدة خمس ثواني عند درجة حرارة ($25\ C^{o}$)

ووحداتها (1/100cm) أو (1/10mm)

- **الغرض من التجربة:**

تحديد القوام أو درجة الصلابة للإسفلت المستخدم في الخلطات الإسفلتية.

- **الأدوات المستخدمة:**

١. عينة الاختبار .
٢. جهاز الغرز وملحقاته (ابره غرز بطول 5cm وقطر1mm + ثقل 50gm).
٣. علبة توضع فيها العينه حيث يشترط ان يكون عمقها اكبر من عمق الغرز المتوقع.
٤. حوض غمر (درجة حرارة المياه 25 درجة منوية).
٥. ساعة توقيت بدقة 0.1 ثانية.
٦. ترمومتر.
٧. جهاز التسخين.

- **تحضير العينة :**

١. تسخن عينة من الإسفلت الصلب بدرجة حرارة لا تزيد عن (80 – 110) درجة مئوية.

٢. علبة توضع فيها العينه حيث يشترط ان يكون عمقها اكبر من عمق الغرز ودرجة حرارتها ($25C^{o}$)

٣. صب العينة في وعاء عمقه يكون اكبر من عمق الاختراق المتوقع ونحرص على عدم تكون فقاعات في العينة أثناء الصب.

٤. تغطى العينة لمنع وصول الغبار وتترك العينة لمده ساعة حتى تبرد.

٥. نضع العينة في حوض الغمر عند درجة حرارة 25م ويتم ذلك بإدخالها في فرن وضبطه عند درجة حرارة 25م بحيث تكون العينة الماء والوعاء عند درجة حرارة25م لمدة ساعة ونصف.

- **خطوات التجربة :**

١. ننضف إبره الغرز بالكيروسين ونجففها بقطعة قماش.

٢. توضع حلقة معدنية فوق الإبرة وزنها 50 gm يكون الوزن الكلي للاختبار هو 100 gm لان وزن الإبرة القياسية هو 50gm .

٣. توضع الإبرة في الجهاز وتحرك برفق إلى أن تلامس سطح العينة دون أن تسبب أي نوع من أنواع الاختراق ويمكن التأكد من ذلك بملاحظة تلامس الإبرة مع خيالها على سطح الإسفلت.

٤. نطلق الحمل لمدة ٥ ثواني ونقيس مسافة الغرز.

٥. يتم رفع الإبرة وتنظيفها بقطعة قماش.

٦. نكرر الخطوات السابقة في ثلاث مواقع بحيث يكون التباعد بين موقع وآخر 1cm ويتم الابتعاد عن الحواف بمقدار 1cm .

جدول يوضح الحدود الدنيا والعليا لنتائج الغرز :

الغرز	0 - 49	50 -149	150 - 249	250<
أقصى فرق بين أعلى وأدنى قيم يتم الحصول عليها	2	4	6	8

- **النتائج:**

نأخذ المتوسط للقراءات الثلاث ويتم تسجيلها على أساس أنها قيمة الاختراق للعينة.

العينة	نقطة الغرز	درجة الغرز
1	الأولى	٦٠
2	الثانية	٥٧
3	الثالثة	٥٢
المتوسط		56.33

- **الاستنتاجات:**

نلاحظ إن درجة الغرز للإسفلت المستخدم تقابل (50/60) وهذه القيمة متوافقة مع الظروف المحلية ويعتبر عندها الإسفلت ذو قوامٍ جيد.

تجربة الممطولية (Ductility of Asphalt)

تعبر لدونه للمادة عن مرونتها وقابليتها على التشكل تحت تأثير الأحمال واستعادتها لحالتها الأصلية بعد زوال الحمل. والمادة التي لاتمتلك قدر كافي من اللدونة تكون عرضة للكسر تحت الحمل. وتعتبر هذه الخاصية مهمة جداً بالنسبة للبيتومين المستعمل رصف الطرق. حيث يتعرض الرصف إلى عمليات متكررة من التشكل والاستعادة. وبذلك فإن البيتومين الذي لا يمتلك لدونه كافية يتعرض للكسر وبذلك يتضرر الرصف.

- **المواصفات الفنية :**

AASHTO T(31 -74)

ASTM D(113 – 76)

- **التعريف العلمي :**

هي المسافة التي يمكن لعينه نظامية وتحت شروط محدده ان تتحدد دون ان تنقطع .

- **الشروط المثاليه :**

١. درجة حرارة (25 C^o) حيث توضع العينه في حمام مائي.

٢. تسخين العينه المختبرة الى درجة حراره تتراوح ما بين C^o(80 – 110)

٣. مقطع العينه المختبره (1cm) ويتم تجهيز العينه بواسطة قوالب خاصه

٤. سرعة السحب (50 mm/min) ويتم بواسطة جهاز السحب .

- **الغرض من التجربة :**

قياس المسافة بالسنتمترات التي يستطيل بها المادة البيتومينية قبل انفصالها أثناء الشد ويعبر عنها باللدونة ومقارنتها بالمواصفات المحدده ومعرفة صلاحيتها للاستخدام في الرصف .

الجدول التالي يبين المواصفات :

قابلية السحب	التقدير
50- 500	مقبولة
اقل من 50	رديئه (غير مقبوله)

- وكذالك اكبر من 100 مرفوضه نتيجه لزيادة الاستطاله .

- **اهمية التجربه :**

تعتبر قابلية السحب مهمة حيث ان الطبقه السطحيه تتعرض بشكل دائم الى تغيرات حراريه تؤدي الى التمدد والانكماش للاسفلت بالاضافه الى الحركه المتكررة للعربات على الطريق تؤدي الى تشوهات متكرره من الشد والضغط .

- **أدوات التجربة :**

- جهاز السحب القياسي ويتكون من :

١. ثلاثة قوالب نحاسيه.
٢. حمام مائي سعته لا تقل عن عشرة لترات ماء.
٣. قنطره متحركة لسحب العينات الإسفلتية.
٤. ترمومترات لقياس درجة حرارة المياه.
٥. سخان مائي .

- **تحضير العينات و خطوات التجربة :**

١. تسخن العينة الإسفلتية حتى تصبح عند درجة السيولة لكي نتمكن من صبها في منخل 300mm لحجز أي شوائب.
٢. تنظف العينة بالجلسرين حتى لا يحدث التصاق بين العينات وقاعدة القالب .
٣. تصب العينة في القوالب النحاسية المخصصة للسحب .
٤. تترك العينة بالقالب لتبرد حتى درجة حرارة المعمل لمدة ٣٠-٤٠ دقيقه .
٥. توضع العينة بالقالب في الحمام المائي عند درجة ٢٥م لمدة ٣٠ دقيقه ويتم بعد ذلك تسوية سطح العينة بواسطة سكينه.
٦. توضع القوالب في جهاز السحب بحيث تكون مغمورة في الماء على الأقل ٢,٥سم من أسفل و ٢,٥سم من أعلى.
٧. يتم تشغيل القنطرة المتحركة لسحب عينات الإسفلت وذلك بسرعة ٥سم /دقيقه .
٨. تراقب خيوط الإسفلت في جهاز السحب وتسجل المسافة التي يقطعها أي خيط من خيوط العينة اعتباراً من بداية سحب الخيوط .

- **النتائج:**

نم سحب العينة وبدات بالاستطالة حتى انقطعت العينة عند وصول العينة الى (59cm) دليل ذلك على ان العينة جيدة.

- **المواصفات:**

مرونة الإسفلت تتراوح عادةً بين (100-50cm) للأنواع المختلفة ويفضل للحصول على رصف جيد أن لا تقل قيمة المرونة عن 50cm نظراً لان زيادة المرونة تمنع المادة من التشقق في الجو البارد .

تجربة الوميض و الاشتعال (Flash and fire point Test)

- **تعريف نقطة الوميض:**

هي أقل درجة الحرارة التي تبدأ عندها الأبخرة المتصاعدة من البيتومين أثناء التسخين في الاشتعال عند اقترابها من لهب صغير

- **تعريف نقطة الاشتعال:**

هي أقل درجة حرارة تبدأ عندها المادة البيتومينية نفسها في الاشتعال في ظروف الاختبار.

- **الغرض من التجربة:**

١) هو تحديد أعلى درجة حرارة يمكن تسخين عندها البيتومين بآمات لاستخدامه في الخلطات الإسفلتية دون أن يحدث خطاء للمواد الطائرة التي يحتويها البيتومين ويحدث اشتعال.

٢) يعتبر الغرض الأساسي من هذه التجربة هو الأمان بصفه أساسيه .

- **الأدوات المستخدمة:**

١. عينة إسفلت سائل.
٢. وعاء كليفلاند المفتوح (Cleveland open cup test).
٣. ترمومتر يقيس من (400- 0).
٤. مصدر حراري.

- **تحضير العينة:**

١. يوضع الجهاز على طاولة ثابتة ويثبت الذراع ليسهل رؤية اللهب.
٢. ينظف وعاء العينة بمذيب ويشفط المياه ثم يجفف بالتسخين لمدة دقيقة.
٣. يثبت الترمومتر في الجهاز بمكان

- **خطوات التجربة:**

١) يملأ طبق الاختبار بالعينة إلى المنسوب المحدد وتزيد درجة حرارة للعينة بسرعة مبدئية ثم بمعدل بطئ ثابت (6 - 5) درجات مئوية / دقيقة كلما اقتربت لنقطة الوميض.
٢) على فترات متقاربة يتم تحريك اللهب حول مركز العينة وعلى ارتفاع لا يزيد عن 2cm عن سطح العينة.
٣) نسجل أدنى درجة حرارة يحدث عندها التبخر فوق سطح السائل والذي يبداء بعودة الوميض عند تعرض البخار للهب الاختبار.
٤) لتحديد نقطة الاشتعال يستمر الاختبار حتى يسبب تعرض لهب الاختبار احتراق الزيوت ويستمر الاحتراق لمدة خمس ثواني على الأقل.
٥) سجل حرارة نقطة الوميض عند قراءتها على مقياس درجة الحرارة بمجرد ظهور الوميض عند أي نقطة على سطح الزيت مع عدم خلط الوميض الحقيقي مع اللهب الأزرق المحيط بلهب الاختبار.

- **النتائج والمواصفات:**

يتم تصحيح درجة حرارة الوميض والاشتعال تبعاً لتغير الضغط الجوي حيث أن التجربة القياسية تجرى عند ضغط 760mmHg

وذلك وفقا للعلاقة التالية

درجة الحرارة المصححة=درجة الحرارة المحسوبة من الاختبار+0.3 (760- ضغط التجربة)

درجة الوميض للإسفلت المستخدم = $200C^{o}$

درجة الاشتعال للإسفلت المستخدم = $230C^{o}$

تجربة التحليل المنخلي (Sieve Analysis Test)

- **الغرض من التجربة :**

الغرض من التجربة هو فصل حبيبات التربة المجففة و المفككة إلى مجموعات حبيبية مختلفة الأقطار ومعرفة نسبة المار من كل منخل.

- **أهمية التجربة :**

١. **من أجل تصنيف وتقسيم التربة حسب طريقة التقسيم الشائعة في مجال هندسة الطرق (آشتو أو غيرها).**
٢. **التأكد من مطابقة المواصفات للتصاميم الإنشائية .**

- **أدوات التجربة :**

١. **مناخل قياسية .**
٢. **ميزان حساس.**

الميــزان الحســاس **مناخــل قياســية** **جهــاز ميكانيكي**

- **خطوات التجربة :**

١. **تجهز عينة التربة المراد اختبارها.**
٢. **تجفف العينة عند درجة حرارة ١٠٥ – ١١٠ للتخلص من الرطوبة تماما ثم توزن.**
٣. **ترتب المناخل حسب قياساتها من الأعلى إلى الأسفل..**
٤. **توضع التربة في المنخل الأعلى ثم تهز المناخل باليد أو بالهزاز الميكانيكي لمدة ١٠ دقائق تقريباً.**
٥. **بعد انتهاء عملية النخل نقوم بوزن المحجوز على كل منخل ومن ثم نحسب المحجوز التراكمي ثم النسبة المئوية للمحجوز التراكمي ومنها نستطيع أيجاد النسبة المئوية المارة من كل منخل .**

- **النتائج والحسابات:**

رقم المنخل	المحجوز(gm)	المحجوز التراكمي	المحجوز%	المار%
1.5	0	0		**100**
١	238.6	238.6	18.74	**81.26**
1/2	383.9	622.5	48.88	**51.12**
5/16	190.8	813.3	63.86	**36.14**
10	261.0	1074.3	84.35	**15.65**
16	33.2	1107.5	86.96	**13.04**
18	7.2	1114.7	87.53	**12.47**
35	32.7	1147.4	90.09	**9.91**
50	22.7	1170.1	91.88	**8.12**
80	22.4	1192.5	93.64	**6.36**
200	47.4	1239.9	97.36	**2.64**
pan	33.6	1273.5	100	**0**

الوزن الكلي للعينة 1273.5 gm

- **المناقشة والاستنتاج:**

- طبقاً لنظام التصنيف الموحد(u.s.c.s) :

١. **نسبة المحجوز على منخل رقم** 200 =50%<98.3

تصنف على إنها تربه خشنه- حصى(Gravel) أو رمل(Sand)

٢. **من الشكل السابق نلاحظ أن:** D60=7mm

D30=2.7mm D10=0.7mm

-معامل التجانس CU=D60/D10 =10>4

-معامل الانحناء Cc=(D30)^2 /(D60* D10) =1.49> ١

التربة جيدة التدرج

٣. **من ٢،١تصنف هذه التربة على إنها: تربه خشنه جيدة التدرج(GW)**

٤. **طبقاً لتصنيف السابق نلاحظ أن التربة تكون مناسبة لأعمال الطرق**

تجربة نسبة التحمل كاليفورنيا لتربة المسار
(California Bearing Ratio C.B.R)

- **الغرض من التجربة:**

يتم تحديد نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) من أجل:

١. **إعطاء صورة واضحة عن تصرف التربة تحت الإسفلت، وتحديد قابلية استخدامه كقاعدة ترابية (Subgrade) أو طبقة أساس مساعد (sub-Base) أو طبقة أساس (Base Coarse) .**
٢. **تحديد سماكة طبقة الرصف (الرصف المرن) وهذا هو الغرض الأساسي من التجربة .**
٣. **معرفة مدى انتفاخ التربة ومقدار القوة المفقودة للتربة عند تشبعها بالماء.**

- **نظرية التجربة :**

تعرف نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR) على أنها: نسبة الحمل (الإجهاد) اللازم لغرز إبرة (مكبس) ذات قطر معين (1.954 in) وبسرعة معينة (0.05 in / min) بعمق معين في عينة تربة مسبقة الدمك (عند قيم محددة من المحتوى المائي والكثافة) إلى الحمل (الإجهاد) القياسي عند غرز إبرة (مكبس) لنفس العمق (5.0mm, 2.5mm).

الحمل (الضغط) اللازم لإحداث مسافة غرز معينة (q)

$$CBR = \frac{\text{الحمل (الضغط) اللازم لإحداث مسافة غرز معينة (q)}}{\text{الحمل (الضغط) القياسي لإحداث نفس مسافة الغرز}} \times 100$$

الحمل (الضغط) القياسي لإحداث نفس مسافة الغرز

حيث لابد أن تكون $(CBR)_{2.5} > (CBR)_5$ **وإلا تعاد التجربة على عينة اخرى من التربة ، ونأخذ القيمة الأكبر في كل الأحوال .**

- الجدول التالي يوضح الإجهاد القياسية المستخدمة في حساب (CBR) ومقدار مسافات الاختراق المقابلة لها:

جدول (٢)

الإجهاد القياسي (Mpa)	مقدار الاختراق (mm)
6.9	2.5
10.3	5.0
13.00	7.5
16.00	10
18.00	12.7

الجدول التالي يوضح بعض قيم نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) ومجالات استخدامها الإنشائي في الرصف :

جدول (٣)

قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا %	تصنيف المواد	مجال الاستعمال	تصنيف التربة حسب نظامAASHTO
0 – 3	ضعيفة جداً	طبقة التأسيس (Subgrade)	A_5,A_6,A_7
3 -7	ضعيفة	طبقة التأسيس (Subgrade)	$A_4,A_5,A_6,A_7,$
7-20	مقبولة	طبقة أساس مساعد (sub-base)	$A_2,A_4,A_6,A_7,$
20-50	جيدة	طبقة أساس Base course	A-1-b, A-2-5, A3,A-2-6
>50	ممتازة	طبقة أساس Base course	A-1-a , A-2-4 ,A_4

- **يمكن حساب نسبة انتفاخ العينة في ا لقالب القياسي من العلاقة التالية:**

$$\text{نسبة الانتفاخ} = \frac{\text{التغير في الطول خلال الغمر (بالسنتيمتر)}}{11.64} \times ١٠٠$$

- **أدوات التجربة:**

١. أدوات الدمك، وتشمل:
٢. قالب الدمك الأسطواني (Mold) ، حلقة وقاعدة ، مطرقة الدمك ، أداة استخراج العينة ومسطرة
٣. ميزان وفرن تجفيف و علب إيجاد المحتوى الرطوبي
٤. مخبار مدرج ووعاء خلط العينة.
٥. مناخل (50mm, 20mm, 5mm).
٦. آلة قياس الانتفاخ ذات دقة (0.01mm) وحلقات تزن كل منها (2.27Kg) تمثل حمل مكافئ لوزن طبقات الرصف فوق التربة .
٧. آلية قياس الضغط مثبت عليها مكبس الاختراق.
٨. ورقة ترشيح .

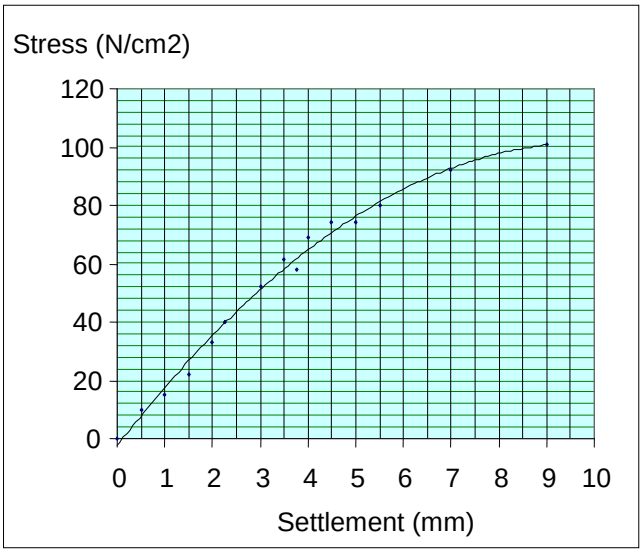
- **خطوات التجربة:**

١. يؤخذ وزن مناسب من العينة بحيث تكون مطابقة لمواصفات تجربة الدمك المعملية القياسية أو المعدلة طبق الاشتراطات التنفيذية في الحقل .
٢. يوزن القالب الأسطواني بدون القاعدة والحلقة وقرص الإزاحة.
٣. يتم وضع العينة في وعاء الخلط حيث يضاف كمية الماء المناسبة (المحتوى الرطوبي الأمثل) ثم تخلط
٤. توضع العينة في اسطوانة (قالب) الدمك على (5) طبقات ويتم دمك كل طبقة بـ (56) ضربة.
٥. بعد عملية دمك العينة في القالب تفصل الحلقة منه ويسوى سطح العينة جيدا في مستوى حافة القالب ثم تفصل القاعدة وقرص الإزاحة من القالب ويوزن القالب وفيه العينة المدموكة وبمعرفة وزن القالب فارغا يمكن حساب وزن العينة وكثافتها وبالتالي حساب الكثافة الجافة بمعرفة نسبة الرطوبة فيها .
٦. توضع ورقة ترشيح على القاعدة ثم يقلب القالب (مع العينة) ويوضع على القاعدة ثم يربطا.
٧. يوضع حمل مكافئ فوق سطح العينة ليعطي وحدة ضغط مساوية لوزن طبقات الرصف على تربة الأساس أو (4.5kg) على الأقل في حالة التجربة المعملية .
٨. تغمر العينة في الماء وهي في القالب فوق قرص القاعدة المثقوب لمدة أربعة أيام مع مراعاة أن يكون سطح الماء الحر أعلى من سطح العينة بمسافة لا تقل عن بوصة بحيث تتعرض نهايتي العينة للماء كما يراعى رصد قيم الانتفاخ الذي يحدث في العينة أثناء الغمر وفي آخر مدة الغمر (خلال 96 ساعة) .
٩. يرفع القالب بمحتوياته من حوض الغمر ويتم التخلص من المياه الحرة العالقة لمدة خمسة عشر دقيقة ثم يوضع تحت جهاز اختبار الضغط (التحميل) مع مراعاة وضع نفس قيمة الحمل المكافئ على سطح العينة أثناء تجربة الضغط.
١٠. يجرى تجليس عمود لاختراق أولاً تحت حمل (4.5kg) قبل تعديل قراءة المقاييس المدرجة لقياس الحمل والاختراق إلى الصفر مع إهمال هذا الحمل من الحساب ثم تبدأ تجربة الاختراق بالضغط على عمود الاختراق ليخرق العينة بمعدل ثابت = ٠,٠٥ من البوصة في الدقيقة وترصد الأحمال المقابلة مقادير اختراق ٠,٠٢٥ ـ ٠,٠٥ ـ ٠,٠٧٥ ـ ٠,٠١ ـ ٠,١٥ ـ ٠,٢ ـ ٠,٣ ـ ٠,٤ ـ ٠,٥ بوصة على التوالي .
١١. يرسم منحنى العلاقة البيانية بين مقدار الاختراق ووحدة الحمل المؤثرة من نتائج التجربة التي تم رصدها.
١٢. يرسم منحنى العلاقة بين نسبة الانتفاخ والوقت بناءً على التغيرات الحاصلة في ارتفاع العينة .

- **النتائج والحسا با ت :**

جدول نتائج تجربة(C.B.R)

الاختراق(مم)	الحمل(N/cm2)
0.5	10
1	15
2	33
2.5	40
3.75	58
5	83
7.5	102
10	118



Stress at Penetration (2.5mm) = 44 N/cm2
Stress at Penetration (5mm) = 76 N/cm2

C.B.R (2.5mm)=(44/690)*100=6.4
C.B.R (5mm) = (76/1035)*100 =7.4%

There For C.B.R (2.5)< C.B.R (5)
Use C.B.R (5) = 7.4 %

- **المناقشة والاستنتاج:**

- **يظهر من النتائج الموضحة أعلاه أن قيمة:**
(C.B.R)2.5 < (C.B.R)5

و بالتالي لابد من إعادة التجربة لاحتمال حصول خطاء ما عند إجراء التجربة واذا حصلنا على نفس النتيجة يتم اعتماد قيمة (CBR)عند اختراق ٥ مم.

- **كما نلاحظ ان قيمة** (C.B.R)5=7.4% **الذي تما اعتمادها و من خلال مقارنتها بالمواصفات نلاحظ انها تقع في النطاق (٧-٢٠)% حسب جدول المواصفات ، اي ان تصنيف العينه تعتبر مقبو لة من حيث التقد ير اما من حيث الاستخدام فيمكن استخدامها في طبقة تحت الاساس .**
- **وبحسب قيمة (** C.B.R**) التي حصلنا عليها تصنف التر بة بنظام الاشتوا (**AASHTO**) ضمن المجموعة (** A2, A4 , A6 , A7**) ونلاحظ انه متطابق لتصنيف التربة عن طريق تجارب التحليل المنخلي ، وحد السيولة ،وحد اللدونه حيث كان تصنيفها (0)(A-2-6).**
- **نلاحظ ان الفرق بين المحتوى الرطوبة لعينة التربة في هذ ة التجربة والمحتوى الرطوبي الامثل هو في نطاق المسموح (٥% بالزيادة او النقصان) وكذلك الكثافة الجافة مع الكثافة الاعظمية .**

مقاومة الركام للبرى Los Angelos Abrasion

يتم في هذا الاختبار تحديد مقاومة الركام للبري لمواد الركام الأصغر من ٣٧,٥ ملم باستخدام جهاز لوس أنجلوس .

- **المواصفات الفنية :**

ASTM C – 131
AASHTO T – 96

- **الأدوات المستخدمة .**

١. **ميزان حساس**
٢. **فرن تجفيف .**
٣. **مناخل .**
٤. **جهاز لوس أنجلوس ويتكون من التالي :**

- أسطوانة دائرية من الصلب قطرها (٧٠٠ ملم) وطولها(٥٠٠ ملم) ، بها فتحة لإدخال وإخراج العينات مع غطاء محكم لمنع خروج المواد الناعمة ، وبداخلها رف حديدي على طول الأسطوانة وببروز (٨٩ ملم) إلى الداخل ومثبتة من الخارج على محور ارتكاز أفقي يمكّن الأسطوانة من الدوران حول المحور الأفقي بميلان (من ١ إلى ١٠٠) .

- كرات معدنية متوسطة قطرها (٤٦,٨ ملم) ووزن كل منها ما (بين ٣٩٠ جم إلى ٤٤٥ جم) .

حيث يعتمد عدد هذه الكرات على وزن العينة المراد تحديد مقاومة البري لها والذي يعتمد على تدرج العينة طبقاً لما يلي :

عدد الكرات	تدرج العينة	وزن العينة بالجرام
12	A	5000
11	B	4584
8	C	3330

١. ويعطي الجدول التالي التدرج الحبيبي لعينات الاختبار :

مقاس المنخل		الوزن بالجرام التدرج			
مار من	محجوز على		B	C	D
37.5	25	1250 ± 25	-	-	-
25	19	1250 ± 25	-	-	-
19	12.5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
12.5	9.5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
9.5	6.3	-	-	2500 ± 10	-
6.3	4.75	-	-	2500 ± 10	-
4.75	2.36	-	-	-	5000 ± 10
المجمـوع		5000 ± 10	٥٠٠٠	٥٠٠١	٥٠٠٢

- **خطوات التجربة:**

١. تجهز العينات من الركام النظيف والجاف ثم توزن إلى أقرب 5 kg (W1) .

٢. يوضع الركام وعدد الكرات حسب ما هو موضح بالجداول السابق في جهاز لوس أنجلوس ، ويشغل الجهاز بمقدار ٥٠٠ دورة بسرعة ٣٠ إلى ٣٣ دورة في الدقيقة ، ثم تخرج المواد وتنخل على منخل رقم 10 ، ثم يتم غسل المواد المحجوزة عليه وتجفيفها ثم توزن العينه المتبقيه (w2)= 4405.4gm .

٣. يتم حساب مقدار البري في الركام كما يلي :

مقدار البري (٪) = (W1– w2) / W1x 100

حيث أن :

W1: الوزن الأصلي للركام قبل الاختبار .

w2: وزن الركام بعد الاختبار وبعد نخله وغسله وتجفيفه .

- **الحسابات :**

نسبة التأكل :

= (w1-w2)/(w1*100)

=(5000-4405.4)/(5000*100**)**

= 11.9%

- **المناقشة والاستنتاج :**

- **ان نسبة التأكل موضحه في الجدول :**

التقدير	النسبه%
ممتاز	(20 -30)
جيد جدا	(30 – 40)
مقبول	(40)
رديئة	(50)

- **نستنتج ان الركام يقع بين %(30 – 20) اذا عينة الركام ممتاز .**